



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 21 504 C 1

⑮ Int. Cl. 6:
G 01 C 21/00
G 01 S 5/12
H 04 B 7/26, 7/26 A0
H 04 B 1/38
H 04 Q 7/32

⑯ Aktenzeichen: 197 21 504.1-52
⑯ Anmeldetag: 22. 5. 97
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 12. 11. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

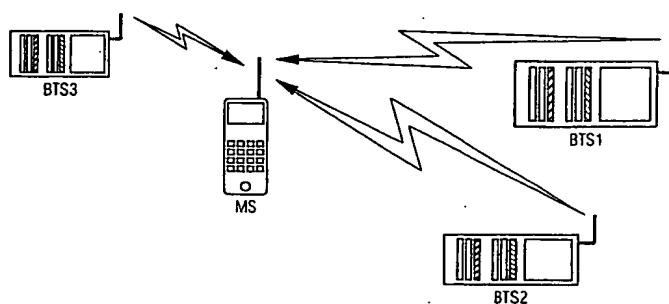
⑯ Erfinder:
Barmann, Werner, Dipl.-Ing., 82216 Maisach, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 44 11 726 A1
DE 94 06 605 U1
WO 95 00 821 A1

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Positionsbestimmung

⑯ Das Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Position an einer Mobilstation beinhaltet, daß als Endgerät eines Positionierungssystems eine Mobilstation eines Mobilfunksystems verwendet wird, daß aus den Positionen der Basisstationen, mit denen die Mobilstation in Funkverbindung steht, aus den Abständen zwischen der Mobilstation und den Basisstationen die Position der Mobilstation errechnet wird; daß die aktuelle Zeit gegebenenfalls von der Basisstation übermittelt wird, und daß die resultierenden Informationen wenigstens an der Mobilstation zur Anzeige bereitgestellt werden. Die Vorrichtung enthält in der Mobilstation eine Einrichtung zur Berechnung der Position der Mobilstation wenigstens aus den Abständen zu den Basisstationen und in den Basisstationen GPS-Empfänger zur Bestimmung der Position.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Position an einer Mobilstation.

Das Global Positioning System GPS findet immer mehr Einsatzmöglichkeiten, da die GPS-Empfänger immer kompakter und leichter werden. Allerdings sind die GPS-Empfänger immer noch relativ teuer, so daß mobile Einheiten, die mit GPS-Empfängern ausgestattet sind, bisher im wesentlichen nur für kommerzielle Zwecke eingesetzt werden können.

Der GPS-Systemaufbau besteht im wesentlichen aus drei Segmenten, nämlich dem Raumsegment, dem Kontrollsegment und dem Benutzersegment. Das Raumsegment besteht aus 24 Satelliten, die sich auf sechs unterschiedlichen Kreisbahnen verteilen. Das Kontrollsegment befindet sich auf der Erdoberfläche und ist für das Management und die Kontrolle der Satelliten zuständig. Das Benutzersegment dient zur Definierung der Empfänger, welche notwendig sind, um aus den Satellitensignalen die gewünschten Navigationsdaten für den Standort oder die Zeit für den jeweiligen Anwendungszweck zu berechnen. Es ist selbstverständlich, daß ein derart aufwendiges System auch seine Kosten hat, so daß GPS bisher nicht für private Nutzer geeignet ist. Außerdem gibt es Abschattungsprobleme insbesondere in Großstädten.

Aus WO 95/00821 A1 ist ein System zur Positionsbestimmung von Mobilstationen bekannt, bei dem jedoch von Basisstationen zeitsynchronisierte Signale für die Mobilstationen gesendet werden müssen. Dies führt zu einem erheblichen Implementierungsaufwand. Aus DE 94 06 605 A1 ist ein System zur Ortung von gestohlenen Fahrzeugen bekannt, wobei eine Funkzelle als Position ermittelt werden kann. Diese Position ist zu ungenau. Weiterhin ist aus DE 44 11 726 A1 eine Positionsbestimmung von Mobilstationen mit Hilfe eines Satellitensystems, jedoch keines Mobilfunksystems bekannt.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position an einer Mobilstation zu erschwinglichen Preisen und mit angemessener Genauigkeit zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und die Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst.

Es ist also erfindungsgemäß vorgesehen, daß als Endgerät für ein Positionierungssystem eine Mobilstation eines Mobilfunk-Systems verwendet wird, und daß aus den Positionen von Basisstationen, die mit der Mobilstation in Funkverbindung stehen, und aus den Abständen zwischen der Mobilstation und den Basisstationen die Position der Mobilstation errechnet wird. Im Rahmen eines Mobilfunksystems werden die Abstände zwischen den Basisstationen und den Mobilstationen ohnehin festgestellt, beispielsweise um bei GSM im Rahmen des Timing Advance Mechanismus einen korrekten Datenaustausch zu ermöglichen. Auch die Zeit und Datumsinformation stehen regelmäßig in den Basisstationen zur Verfügung. Daher können diese Informationen ohne großen Bauaufwand ausgenutzt werden, um die Position der Mobilstation bei bekannten Positionen der Basisstationen zu berechnen. Der Benutzer benötigt dabei keine aufwendige Hardware in Form eines GPS-Empfängers.

Vorteilhafterweise wird auch die Zeit von den Basisstationen zur Mobilstation übermittelt, so daß vollständige Navigationsdaten in der Mobilstation vorliegen. Die Zeitangaben können ggf. unter Zuhilfenahme der Signallaufzeiten korrigiert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Positionen der Basisstationen auf der Grundlage des GPS bestimmt, wobei unter Berücksichtigung der Kosten für eine Basisstation die zusätzlichen Kosten für einen GPS-Empfänger kaum ins Gewicht fallen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Funkkontakt zwischen der Mobilstation und drei Basisstationen zur 2D-Positionsbestimmung beziehungsweise vier Basisstationen zur 3D-Positionsbestimmung aufgebaut. Die Überprüfung der Übertragungsqualität zwischen der Mobilstation und den umliegenden Basisstationen wird beispielsweise für Handover-Prozeduren durchgeführt und kann vorteilhafterweise zur Übertragung der Informationen entsprechend der Erfindung mitbenutzt werden. Daher ist hier kein zusätzlicher Aufwand erforderlich.

Vorteilhafterweise werden die Abstände zwischen der Mobilstation und den Basisstationen in der Mobilstation aus den Laufzeiten der übertragenen Funksignale berechnet, insbesondere können die Abstände im Rahmen des Timing Advance Mechanismus ermittelt werden. Auch diese Verfahren werden regelmäßig im Rahmen des normalen Betriebs der Mobilstation durchgeführt. Wenn die Basisstationen mit Antennen mit veränderlicher Richtcharakteristik, sogenannten Smart-Antennas, ausgerüstet sind, so ist vorteilhaft, die Abstände und die Winkel von Verbindungslien zwischen der Mobilstation und der Basisstation in einem Koordinatensystem in der Basisstation zu ermitteln und an die Mobilstation zu übertragen, wodurch sich eine zusätzliche Verbesserung in der Genauigkeit der Positionsbestimmung ergeben kann.

Wenn die Mobilstation und die Basisstation nach dem GSM-Standard arbeiten, ist es vorteilhaft, die von den Basisstationen an die Mobilstation zu sendenden Daten als Informations-Burst bei TCH/F (full rate) anstelle eines IDLE-Bursts oder bei TCH/H (half rate) anstelle eines Synchronisations-Bursts zu senden. Damit werden entweder ungenutzte Zeitschlüsse (der IDLE-Burst bei TCH/F) beziehungsweise Synchronisations-Bursts (bei TCH/H) ausgenutzt, die ohnehin nicht notwendigerweise in jedem Rahmen gesendet werden müssen.

Weiterhin ist vorteilhaft, wenn die Informationen über die Position oder die Position und die aktuelle Zeit von der Mobilstation an eine Basisstation übertragen werden. In einem solchen Fall kann das System beispielsweise zum Auffinden von Unfallopfern bei Verkehrsunfällen oder Unfällen in unwegsamem Gelände (Bergsteigen) genutzt werden, wenn die jeweiligen Personen eine Mobilstation mitführen. Diese Funktion wird vorteilhafterweise an der Mobilstation über ein Bedienfeld eingeschaltet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht darin, daß in der Mobilstation eine Einrichtung zur Berechnung der Position der Mobilstationen wenigstens aus den Abständen zu den Basisstationen vorgesehen ist, und daß in den Basisstationen GPS-Empfänger zum Empfang der Information über die Positionen der Basisstationen über GPS vorgesehen sind. Das einzige zusätzliche Erfordernis, das ins Gewicht fällt, ist die hardwaremäßige

Ausstattung der Basisstationen mit den GPS-Empfängern.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand der beiliegenden Figur beschrieben, in der schematisch ein Mobilfunksystem mit einer Mobilstation und drei Basisstationen dargestellt ist.

Zur Bestimmung der Position und der aktuellen Zeit an der Mobilstation wird als Endgerät eine Mobilstation MS eines GSM-Systems verwendet. In der Figur sind drei Basisstationen BTS1, BTS2 und BTS3 gezeigt, die mit der Mobilstation MS in Verbindung stehen und deren Positionen entweder definitionsgemäß bekannt sind oder über GPS-Empfänger, die in den Basisstationen BTS1, 2, 3 angeordnet sind, festgestellt werden. Aus den bekannten Positionen der Basisstationen BTS1, 2, 3 sowie aus den Abständen zwischen den Basisstationen BTS1, 2, 3 und der Mobilstation MS wird in der Mobilstation MS dessen Position errechnet. Die Information über die aktuelle Zeit wird von der Mobilstation MS beispielsweise von der Basisstation BTS3 abgerufen, wobei die Signallaufzeit von der Mobilstation MS eingerichtet wird. Die resultierenden Informationen werden dann wenigstens an der Mobilstation MS zur Anzeige bereitgestellt.

Die Mobilstation MS wird im Rahmen des GSM-Systems durch den Timing Advance Mechanismus (64 Werte) überwacht, der im wesentlichen zur Regelung der Sendeleistung der Mobilstation MS und deren Synchronisation mit der Basisstation BTS3 dient. Da im Rahmen des Timing Advance Mechanismus auch der Abstand zwischen der Mobilstation MS und der Basisstation BTS3 berechnet wird und steht diese Information dann für die vorliegend beschriebenen Zwecke zur Verfügung.

Wenn die Mobilstation MS von drei verschiedenen Basisstationen BTS1, 2, 3 die GPS Ortskoordination empfängt, kann sie eine 2D-Positionsberechnung durchführen. Wenn die Mobilstation MS von vier verschiedenen Basisstationen BTS1, 2, 3 GPS Ortskoordinaten erhält – nicht dargestellt –, kann sie eine 3D-Positionsberechnung durchführen. Die aktuelle Angabe der Ortskoordinaten mit GPS ist besonderes für ortsvariable Basisstationen BTS1, 2, 3, beispielsweise für Sonderveranstaltungen, von Vorteil. Das aufwendige gesonderte Ausmessen der Ortskoordinaten der Basisstationen BTS1, 2, 3 kann dann unterbleiben.

Wenn die Basisstationen BTS1, 2, 3 mit sogenannten Smart-Antennen ausgerüstet sind, die zur Bündelung der Sendeleistung in Abwärtsrichtung und zur Richtungsverfolgung der Mobilstation MS dienen, können die Abstände zwischen den Basisstationen BTS1, 2, 3 und der Mobilstation MS und die Winkel von Verbindungslien zwischen der Mobilstation MS und den Basisstationen BTS1, 2, 3 in einem Koordinatensystem in einer Basisstation BTS3 oder der Mobilstation MS ermittelt werden. Somit können die Informationen über die Abstände und die Winkel zur Positionsbestimmung in der Basisstation BTS3 mit verbesserter Auflösung verwendet werden.

Bei GSM ist die Kanal-Organisation für TCH's mit zugeordneten SACCH's wie folgt

(a) TCH/F

T T T T T T T T T T T T T T S T J

(b) TCH/H

T t T t T t T t T t T t S t T t T t T t T t T t T t T t T s

t, T: TDMA-Rahmen für TCH

s, S: TDM-Rahmen für SACCH

J: IDLE TDMA-Frame.

In diesem Fall können die von den Basisstationen BTS1, 2, 3 an die Mobilstation MS zu sendenden Daten als Informations-Burst bei TCH/F anstelle eines IDLE-Bursts oder bei TCH/H anstelle eines Synchronisations-Burst gesendet werden. Alternativ kann auch ein Organisationskanal (BCCJ) verwendet werden.

Jedem TCH/F (Traffic Channel, Fullrate) ist immer sein zugehöriger SACCH (Slow Associated Control Channel) zugewiesen. Eine Gruppe von TCH/F und ihr zugehöriger SACCH wird als TACH/F definiert. Ein TACH/F besteht aus 26 × 8 Zeitschlitten. Von den 26 Zeitschlitten werden 1–12 und 14–25 für TCH/F verwendet, der Zeitschlitz Nr. 13 für den zugehörigen SACCH und der Zeitschlitz Nr. 26 ist ein IDLE-Burst. Gemäß GSM besteht ein SACCH/IDLE aus 184 Message Bits, die kanalcodiert und verschachtelt werden. In diese 184 Rohdaten des IDLE-Burst werden nun die 23 Byte gleich 184 bit der Positions-/Zeit-Information gefaltet.

Der Inhalt des Informationsbursts ist wie folgt:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

M d yy h m s ffff aaaa oooo hhhh \Rightarrow 184 bit

5 Daten

	m	Monat	1 ... 12
10	d	Tag	1 ... 31
	YY	Jahr	1980 ... 2079

Zeit

15	h	Stunden	0 ... 23
	m	Minuten	0 ... 59
	s	Sekunden	0 ... 60
20	fffff	Sekundenbruchteile	0 ... 0.999999999

Position

25	aaaa	Breitengrad	-324,000,000 ... 324,000,000 (-90.0 ... +90.0)
	oooo	Längengrad	-648,000,000 ... +648,000,000 (-180.0 ... +180.0)
30	hhhh	Ortshöhe	-100,000 ... 1,800,000 (-1000.00 ... 18,000.00 m)

35 Diese Information passen daher genau in den Zeitschlitz eines IDLE-Bursts bei TCH/F.

Im Falle von TCH/H ist kein IDLE-Burst vorhanden. Daher können in gewissen Abständen Synchronisations-Bursts verwendet werden, um die Positions/Zeit-Information durch Faltung unterzubringen.

Aus den in dieser Weise übertragenen Informationen errechnet die Mobilstation MS dann die erforderlichen Informationen über die aktuelle Zeit und/oder die Position an der Mobilstation MS.

Patentansprüche

- 45 1. Verfahren zur Positionsbestimmung einer Mobilstation (MS), bei dem als Endgerät eines Positionierungssystems eine Mobilstation (MS) eines Mobilfunksystems verwendet wird, aus den Positionen der Basisstationen (BTS1, 2, 3), mit denen die Mobilstation (MS) in Funkverbindung steht, und aus den Abständen zwischen der Mobilstation (MS) und den Basisstationen (BTS1, 2, 3) die Position der Mobilstation (MS) errechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände zwischen der Mobilstation (MS) und den Basisstationen (BTS1, 2, 3) unabhängig voneinander jeweils aus einer der Signallaufzeit proportionalen Größe bestimmt werden und daß die resultierende Information wenigstens an der Mobilstation (MS) zur Anzeige bereitgestellt wird.
- 50 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aktuelle Zeit von zumindest einer Basisstation (BTS3) an die Mobilstation (MS) übermittelt wird.
- 55 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionen der Basisstationen (BTS1, 2, 3) auf der Grundlage des GPS bestimmt werden.
- 60 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Funkverbindung zwischen der Mobilstation (MS) und drei Basisstationen (BTS1, 2, 3) zur 2D-Positionsbestimmung oder vier Basisstationen zur 3D-Positionsbestimmung aufgebaut wird.
- 65 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände zwischen der Mobilstation (MS) und den Basisstationen (BTS1, 2, 3) in der Mobilstation (MS) aus den Laufzeiten der übertragenen Funksignale berechnet wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände im Rahmen des Timing Adyance Mechanismus ermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Basisstationen (BTS1, 2, 3) mit Smart-Antennen ausgerüstet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände zwischen den Basisstationen (BTS1, 2, 3) und der Mobilstation (MS) und/ oder die Winkel von Verbindungslien zwischen der Mobilstation (MS) und den Basisstationen (BWS1, 2, 3) in einem Koordinatensystem in der Basisstation (BTS3) ermittelt und an die Mobilstation (MS) übertragen werden.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Mobilstation (MS) und die Basisstationen (BTS1, 2, 3) nach GSM arbeiten, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Basisstationen (BTS1, 2, 3) an die Mobilstation (MS) zu sendenden Daten als Informations-Burst bei TCH/F anstelle eines IDLE-Bursts oder bei TCH/H anstelle eines Synchronisations-Bursts gesendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Inhalt des Informations-Bursts wie folgt aufgebaut ist:

M d yy h m s ffff aaaa oooo hhhh \Rightarrow 184 bit

Daten

m	Monat	1 ... 12
d	Tag	1 ... 31
yy	Jahr	1980 ... 2079

Zeit

h	Stunden	0 ... 23
m	Minuten	0 ... 59
s	Sekunden	0 ... 60
ffff	Sekundenbruchteile	0 ... 0.999999999

Position

aaaa	Breitengrad	-324,000,000 ... 324,000,000 (-90.0 ... +90.0)
oooo	Längengrad	-648,000,000 ... +648,000,000 (-180.0 ... +180.0)
hhhh	Ortshöhe	-100,000 ... 1,800,000 (-1000.00 ... 18,000.00 m)

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Informationen über die aktuelle Zeit und/oder die Position von der Mobilstation (MS) an die Basisstation (BTS3) übertragen wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit wenigstens einer Mobilstation und mehreren Basisstationen (BTS1, 2, 3),

mit einer in der Mobilstation (MS) vorgesehenen Einrichtung zur Berechnung der Position der Mobilstation (MS) wenigstens aus den Abständen zu den Basisstationen (BTS1, 2, 3),

mit in den Basisstationen (BTS1, 2, 3) vorgesehenen GPS Empfängern zum Empfang der Information über die Positionen der Basisstationen (BTS1, 2, 3) über GPS,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Einrichtung zur Berechnung der Position die Abstände zwischen der Mobilstation (MS) und den Basisstationen (BTS1, 2, 3) unabhängig voneinander jeweils aus einer der Signallaufzeit proportionalen Größe bestimmt, und daß Anzeigemittel die resultierende Information wenigstens an der Mobilstation (MS) bereitstellen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Mobilstation MS eine Anzeige über die aktuelle Zeit und/oder Position aufweist, die über ein Bedienungsfeld der Mobilstation MS aktivierbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basisstation (BTS3) eine Einrichtung umfaßt, um die von dieser Basisstation (BTS3) an die Mobilstation (MS) zu sendende Information in einen Informations-Burst zu falten, der bei TCH/F anstelle eines IDLE-Bursts oder bei TCH/H anstelle eines Synchronisations-Bursts gesendet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

50

55

60

65

